

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  
PATENTAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 43 31 803 A 1

(51) Int. Cl. 6:

H 02 K 29/06

H 02 K 5/132

F 04 D 13/08

// H02P 6/00

## (71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

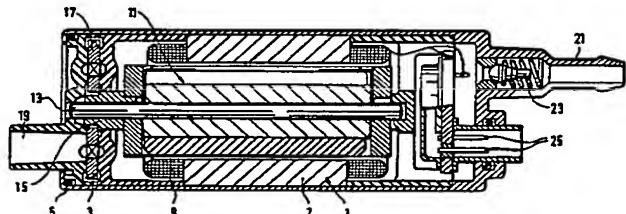
## (72) Erfinder:

Nusser, Hermann, 71706 Markgröningen, DE

DE 43 31 803 A 1

## (54) Elektronisch kommutierter Elektromotor

(57) Elektronisch kommutierter Elektromotor, insbesondere zum Antrieb von Kraftstoffförderaggregaten für Brennkraftmaschinen, der mit einer Förderpumpe (3) axial fluchtend verbunden in eine gemeinsame Gehäuse (5) eingesetzt ist. Der Elektromotor weist dabei einen im Gehäuse (5) angeordneten Stator (7) mit zwei wechselseitig bestromten Statorwicklungen (9) auf, in dem ein drehfest auf einer gehäusegelagerten Rotorwelle (13) angeordneter Rotor (11) umläuft. Der Rotor (11) wird dabei aus einem auf der Rotorwelle (13) geführten Träger (27) und auf dessen Umfangsfläche angeordneten Magnetsegmenten (29) gebildet, die erfindungsgemäß über ebenfalls auf der Rotorwelle (13) geführte Halteklemmen (33) in Anlage am Träger (27) gehalten werden. Diese Halteklemme (33) sind dabei so ausgeführt, daß sie während der Montage der einzelnen Bauteile des Rotors (11) die Zentrierung der Magnetsegmente (29) übernehmen und erst nach der vollständigen Montage aller Rotorbauteile derart über Ausgleichsscheiben (35, 37) verspannt werden, daß sie die Magnetsegmente (29) radial an den Träger (27) des Rotors (11) gepreßt halten.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem elektronisch komмуниerten Elektromotor nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein solcher, vorzugsweise dem Antrieb eines Kraftstoffförderaggregates für Brennkraftmaschinen dienender Elektromotor ist bereits aus der DE-PS 34 23 316 bekannt, bei der der Elektromotor fluchtend mit einer Kraftstoffförderpumpe in ein gemeinsames Gehäuse eingesetzt ist und diese zum Zweck der Kraftstoffförderung rotierend antreibt. Dabei hat der Elektromotor einen, einen Permanentmagnet tragenden Rotor, dessen Rotorwelle sich am Gehäuse abstützt. Den Rotor umgibt ein an der Gehäuseinnenwand angeordneter Stator, der mit Wicklungen versehene Statorblechpakete aufweist, deren Wicklungen über elektrische Anschlüsse elektronisch gesteuert wechselseitig bestromt werden. Um eine sichere Verbindung zwischen dem Rotor und den darauf angeordneten einzelnen Permanentmagnetsegmenten, die während des Betriebes des Elektromotors infolge der hohen Drehzahlen einer hohen Radialkraft ausgesetzt sind zu erreichen, sind diese zu einem großen Teil mit Kunststoff umspritzt, was einen erheblichen Fertigungsaufwand zur Folge hat, wobei sich diese Verfahren insbesondere sehr schlecht automatisieren lassen.

## Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Elektromotor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß durch die Verwendung von auf der Rotorwelle angeordneten Halteelementen eine einfache, leicht automatisierbare Fertigung des Rotors möglich ist, wobei die Halteelemente zugleich eine sichere Befestigung der einzelnen Permanentmagnetsegmente und deren Fixierung auf der Rotorwelle gewährleisten. Dabei ist die Ausführung der Haltelemente als symmetrische Halteklemmen mit radial abführenden, abgewinkelten Fingern besonders vorteilhaft, da dies eine einfache Montage der einzelnen Magnetsegmente durch Aufschieben auf die Rotorwelle ermöglicht, die dabei ohne Absätze und Einstiche ausgeführt ist. Die Halteklemmen sind dabei während der Montage der einzelnen Rotorteile nicht vorgespannt und übernehmen zudem über das Zusammenwirken der Finger und der zugehörigen Ausnehmungen an den Magnetsegmenten des Magnetpaketes des Rotors eine Zentrierung der einzelnen Magnetsegmente des Permanentmagneten. Das Verspannen der Halteklemmen gegenüber den Magnetsegmenten bzw. dem gesamten Rotor erfolgt in vorteilhafter Weise erst über das Aufbringen der zweiten, die Halteklemmen axial fixierenden Ausgleichsscheibe, mittels der die Halteklemmen in axiale Anlage an den Rotor gepreßt werden, wodurch die Krümmung der Flächen der Halteklemmen derart überdrückt wird, das sie nun mit einer Vorspannung radial auf die Magnetsegmente wirken.

Dabei ist es besonders vorteilhaft die als Längsnuten ausgebildeten Ausnehmungen an den Magnetsegmenten so auszuführen, daß jeweils eine einen Finger der Halteklemmen aufnehmende Längsnut durch zwei benachbarte Magnetsegmente gebildet wird, da auf diese Weise jedes Segment an zwei Angriffsflächen und damit gleichmäßig geführt und gehalten wird.

Ein weiterer Vorteil wird durch die axiale Sicherung der Halteklemmen mittels Ausgleichsscheiben erreicht, da diese zudem die Funktion des Auswuchtens des Rotors übernehmen können, indem an ihnen in einfacher Weise z. B. durch Bohrungen ggf. Material abgetragen werden kann.

Um die Festigkeit des Rotors im Bedarfsfall noch weiter erhöhen zu können, ist es weiterhin in vorteilhafter Weise möglich, eine dünnwandige Hülse über den Außendurchmesser des Rotors zu ziehen, die an ihren Enden gegen den Rotor verbördelt ist.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung des Ausführungsbeispiels, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Elektromotors zum Antrieb eines Kraftstoffförderaggregates ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert.

Es zeigen die Fig. 1 ein Kraftstofffördereraggregat mit einem elektronisch kommutierten Elektromotor, der eine Kraftstoffförderpumpe antreibt, die Fig. 2 einen Schnitt durch den Rotor des Elektromotors der Fig. 1 in vergrößerter Darstellung, die Fig. 3 einen Schnitt durch den in der Fig. 2 gezeigten Rotor, die Fig. 4 eine Ausgleichsscheibe und die Fig. 5 und 6 die Haltekammer in zwei Ansichten.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Das in der Fig. 1 im Längsschnitt dargestellte Kraftstofffördereraggregat zum Fördern von Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter zu einer Brennkraftmaschine weist einen elektronisch kommutierten Elektromotor 1 und eine von diesem angetriebene Förderpumpe 3 auf, die in einem gemeinsamen Gehäuse 5 angeordnet sind. Der Elektromotor 1 weist in bekannter Weise einen im Gehäuse 5 gehaltenen Stator 7 mit einer mehrphasigen, wechselseitig bestromten Statorwicklung 9 und einen im Stator 7 umlaufenden Rotor 11 auf, der drehfest auf einer im Gehäuse 5 gelagerten Rotorwelle 13 sitzt. Der Rotor 11 des Elektromotors 1 ist auf seiner Stirnseite mittels eines Kupplungssteils 15 drehfest mit einem Förderrad 17 oder einem Förderflügel 17 der Förderpumpe 3 verbunden, das seinerseits ebenfalls auf der Rotorwelle 13 geführt und das zudem axial zwischen zwei im Gehäuse 5 gehaltenen Förderpumpenteilen angeordnet ist, die jeweils eine Durchflußöffnung für den Kraftstoff aufweisen, wobei das äußere Pumpenteil einen stirnseitig aus dem Gehäuse 5 vorstehenden Kraftstoffansaugstutzen 19 aufweist. Zum Kraftstoffaustritt des durch die Förderpumpe 3 geförderten, den Elektromotor 1 durchströmenden Kraftstoffes, weist das Fördereraggregat an seiner der Förderpumpe 3 abgewandten Stirnseite einen Druckanslußstutzen 21 auf, an den eine Kraftstoffförderleitung angeschlossen ist und in den ein Rückschlagventil 23 integriert sein kann. Des Weiteren führen von der pumpenfernen Stirnseite des Gehäuses 5 die mit der Statorwicklung 9 verbundenen Stromanschlüsse 25 ab, die andererseits mit einer nicht dargestellten elektronischen Kommutiereinrichtung verbindbar sind.

Die Erläuterung des erfindungswesentlichen Aufbaus des Rotors 11 des Elektromotors 1 soll anhand der in den Fig. 2 und 3 vergrößerten Schnittdarstellungen des

Rotors 11 erfolgen. Der Rotor 11 weist dabei ein auf der Rotorwelle 13 angeordnetes hohlzylinderförmiges, aus einzelnen Blechen axial geschichtetes Lamellenpaket 27 auf, das als Träger für vier prismatische, einen Kreisring bildende Permanentmagnetsegmente 29 dient, die an seinem Außenumfang anliegen und die somit ein Magnetpaket des Rotors bilden. Die Magnetsegmente 29 weisen beidseitig an ihren einander benachbarten Seiten Ausnehmungen in Form von Abstufungen auf, die so angeordnet sind, daß jeweils zwei benachbarte Magnetsegmente 29 an ihren einander zugewandten Kanten eine gemeinsame Längsnut 31 bilden. Das Lamellenpaket 27 und die darauf angeordneten vier Magnetsegmente 29 werden axial jeweils von einem Halteelement in Form einer Haltekammer 33 fixiert, die ebenfalls auf der Rotorwelle 13 geführt sind und die ihrerseits auf der dem Lamellenpaket 27 abgewandten Seite jeweils von einer Ausgleichsscheibe 35, 37 axial beaufschlagt sind.

Zur Sicherung der radialen Anlage der Magnetsegmente 29 am Lamellenpaket 27 weisen die Haltekammern 33 einen Aufbau auf, der den Fig. 5 und 6 entnehmbar ist. Die Haltekammern 33 sind dazu vorzugsweise als einstückiges Blechformteil ausgeführt, mit einem scheibenförmigen Grundkörper 41, der eine zentrische Bohrung 43 zur Führung auf der Rotorwelle 13 sowie vier im gleichen Abstand zueinander radial abstehende und dann abgewinkelte Blechstreifen aufweist, die jeweils einen Haltespalt 45 bilden. Mit diesen Fingern 45, deren Breite dem Maß der Breite der Längsnuten 31 in den Magnetsegmenten 29 entspricht, halten die Haltekammern 33 wenn sie auf die Rotorwelle 13 aufgeschoben werden und stirnseitig am Lamellenpaket zur Anlage kommen, die Magnetsegmente 29 in radialer Anlage am Lamellenpaket 27, wobei ein den Grundkörper 41 radial verlängernder erster Fingerabschnitt 47 zusammen mit dem Grundkörper 41 die Magnetsegmente 29 axial und ein zweiter, in etwa rechtwinklig zum ersten abgewinkelte in die Längsnut 31 eingreifender Fingerabschnitt 49 die Magnetsegmente 29 radial sichert.

Um für eine einfache Montage des Rotors 11 eine radiale Anpreßkraft der Finger 45 auf die Magnetsegmente 29 erst nach der vollständigen Montage aller Bauteile zu erreichen, sind die Finger 45 der Haltekammern 33 derart gekrümmt (z. B. mehr als 90° abgeborgen), daß sie erst nach dem axialen Verspannen mittels der beiden Ausgleichsscheiben 35, 37 eine radiale Anpreßkraft auf die Magnetsegmente 29 ausüben. Dazu kann jeweils der erste Abschnitt 47 der Finger 45 eine Krümmung in der dem zweiten Abschnitt 49 bzw. den Magnetsegmenten 29 abgewandten Richtung aufweisen und der zweite Fingerabschnitt 49 ist in Richtung Grundkörper 41 gekrümmmt.

Eine der den Rotor 11 auf der Rotorwelle 13 axial fixierenden und dessen Bauteile verspannenden Ausgleichsscheiben 35, 37 ist in der Fig. 4 vergrößert dargestellt. Dabei weist die Ausgleichsscheibe 35 Ausnehmungen 39 auf, die vorzugsweise als eine zentrische Führungsbohrung 38 schneidende Bohrungen ausgeführt sind und in die axial vorstehende Mitnahmeelemente 40 des Kupplungssteils 15 derart eingreifen, daß eine drehfeste, formschlüssige Verbindung zwischen der Ausgleichsscheibe 35 und dem Kupplungsteil 15 hergestellt ist, die ihrerseits drehfest mit dem in der Fig. 1 dargestellten rotierenden Teil 17 der Förderpumpe 3 verbunden ist. Der Außendurchmesser der Ausgleichsscheiben 35, 37 ist dabei wenigstens gleich groß dem Außendurchmesser der Haltekammern 33 dimensio-

niert.

Für eine hohe Sicherheit gegen ein Verschieben der einzelnen Permanentmagnetsegmente 29 ist es zudem möglich eine dünnwandige Hülse 51 über den Außenumfang der Ausgleichsscheiben 35, 37 und der Magnetsegmente 29 aufzuschieben und diese axial zu sichern, so daß der Rotor 11 an seinem gesamten Umfang abgeschlossen ist.

Die Montage des Rotors 11 des erfundungsgemäßen Elektromotors 1 erfolgt in folgender Weise:

Zuerst wird die Ausgleichsscheibe 35 mittels der zentralen Führungsbohrung 38 auf die Rotorwelle 13 aufgepreßt. Danach wird eine Haltekammer 33 derart auf die Rotorwelle 13 aufgeschoben, daß sie mit ihrem Grundkörper 41 an der Ausgleichsscheibe 35 anliegt, wobei der abgewinkelte Abschnitt 49 der Finger 45 in die der Ausgleichsscheibe 35 abgewandte Richtung weist. Im weiteren Verlauf werden nun das Lamellenpaket 27 und die vier Magnetsegmente 29 mit Spiel aufgeschoben, wobei die ungespannte Haltekammer 33 eine Vorzentrierung der Magnetsegmente 29 übernimmt. Danach wird die zweite Haltekammer 33 ebenfalls so auf die Rotorwelle 13 aufgeschoben, daß die Finger 45 in die Längsnuten 31 der Magnetsegmente 29 ragen. Das eigentliche Spannen der Haltekammern 33 erfolgt dann durch das Aufpressen der zweiten Ausgleichsscheibe 37, die dabei gegen die erste Ausgleichsscheibe 35 verspannt wird und so die Krümmung der Finger 45 beider Haltekammern 33 überdrückt, wodurch die abgewinkelten Fingerabschnitte 49 radial auf die Magnetsegmente 29 drücken und diese gegen das Lamellenpaket 27 verspannen. Nun ist es möglich, die mit großen Toleranzen behafteten Magnetsegmente 29 an ihrem radialen Außendurchmesser zu überschleifen.

Zum Schluß wird die dünnwandige Hülse 51 über den Außendurchmesser der Ausgleichsscheiben 35, 37 und der Magnetsegmente 29 gezogen und an den Ausgleichsscheiben verbündelt.

Um einen ruhigen Lauf des Rotors 11 zu gewährleisten wird dieser in montiertem Zustand ausgewuchtet, indem an den Ausgleichsscheiben 35, 37 Material z. B. durch Bohrungen abgetragen wird.

Es ist somit auf einfache Weise möglich, einen elektronisch kommutierten Elektromotor zu fertigen, dessen Rotor eine hohe Sicherheit gegen ein Verschieben der einzelnen Bauteile gegeneinander auch bei hohen Drehzahlen und hohen Fliehkräften aufweist und dessen Fertigung sich zudem gut automatisieren läßt.

#### Patentansprüche

1. Elektronisch kommutierter Elektromotor, insbesondere zum Antrieb einer Förderpumpe (3) eines Kraftstofffördereraggregats für Brennkraftmaschinen, mit einem im Gehäuse (5) angeordneten Stator (7), der mit Wicklungen (9) versehen ist, deren Anschlüsse (25) mit einer elektronischen Kommutiereinrichtung verbindbar sind und mit einem koaxial zum Stator umlaufenden Rotor (11), der drehfest auf einer im Gehäuse (5) gelagerten Rotorwelle (13) angeordnet ist, wobei der Rotor (11) aus einem auf die Rotorwelle (13) aufgebrachten und dort axial gesicherten Träger (27) gebildet ist, auf dessen Umfangsfläche mehrere Permanentmagnete angeordnet sind und mit einem drehschlüssig mit dem Rotor (11) verbundenen Kupplungsteil (15), das den Rotor (11) mit einem rotierenden Teil (17) der Förderpumpe (3) verbindet, dadurch gekennzeichnet,

daß die Permanentmagnete zusammen einen den Träger (27) des Rotors (11) umgebenden Kreisring bilden, der vorzugsweise vier Magnetsegmente (29) aufweist, die mittels zweier, den Rotor (11) axial begrenzender und auf der Rotorwelle (13) geführter Halteelemente in Anlage an der radialen Umfangsfläche des Trägers (27) gehalten werden, wozu die Haltelemente jeweils mehrere, der Anzahl der Magnetsegmente (29) entsprechende und die Magnetsegmente (29) im wesentlichen parallel zu deren Umfangsfläche umfassende Finger (45) aufweisen, mit denen sie in Ausnehmungen der Magnetsegmente (29) ragen.

2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltelemente jeweils als einstückige Haltekammer (33) ausgeführt sind, mit einem scheibenförmigen Grundkörper (41), in dem eine dem Durchmesser der Rotorwelle (13) entsprechende Bohrung (43) angeordnet ist und von dem die als abgewinkelte Blechstreifen ausgebildeten Finger (45), die zur Rotorachse hin umgebogen sind, radial abführen, wobei die Finger (45) vorzugsweise den gleichen Abstand zueinander aufweisen.

3. Elektromotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden im wesentlichen rechtwinklig zueinander verlaufenden Fingerabschnitte (47, 49) derart gekrümmmt sind, daß sie nach einem axialen Verspannen der Haltekammern (33), bei Anlage des Grundkörpers (41) an der Stirnseite des Trägers (27) radial einwärts gegen die Magnetsegmente (29) gepreßt werden.

4. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Finger (45) der Haltekammern (33) in Ausnehmungen an den Magnetsegmenten (29) eingreifen.

5. Elektromotor nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen aus beidseitig an der Längsseite der Magnetsegmente (29) vorgesehenen Abstufungen bestehen, die zusammen mit der jeweiligen Abstufung des benachbarten Magnetsegmentes (29) eine Längsnut (31) bilden.

6. Elektromotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an der dem Träger (27) abgewandten axialen Stirnseite des Grundkörpers (41) der Haltekammern (33) jeweils eine Ausgleichsscheibe (35, 37) anliegt, die mittels einer Führungsbohrung (38) auf der Rotorwelle (13) geführt ist und in ihrer axialen Lage fixierbar ist und über die die Haltekammern (33) axial gegen Träger (27) und Magnetsegmente (29) verspannbar sind, wobei der Außen durchmesser der Ausgleichsscheiben (35, 37) wenigstens gleich groß der radialen Erstreckung der Haltekammern (33) und der Magnetsegmente (29) ist.

7. Elektromotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsscheibe (35) von ihrer Führungsbohrung (38) ausgehende Ausnehmungen (39) aufweist, in die das Kupplungssteil (15) zwischen Rotor (11) und Förderpumpe (3) formschlüssig mit axial vom Kupplungssteil (15) verstehenden Mitnahmeelementen (40) eingreift.

8. Elektromotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (39) in der Ausgleichsscheibe (35) als Bohrungen ausgeführt sind.

9. Elektromotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Kupplungssteil (15) aus Kunststoff ausgeführt und mittels einer axialen Durchgangs-

bohrung auf der Rotorwelle (13) geführt ist und auf seiner der Ausgleichsscheibe (35) abgewandten Stirnseite drehschlüssig mit einem rotierenden Teil (17) der Förderpumpe (3) verbunden ist.

10. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine dünnwandige Hülse (51) die radiale Umfangsfläche der Permanentmagneten umschließt.

11. Elektromotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (27) des Rotors (11) als ein aus einzelnen Blechen axial geschichtetes Lamellenpaket ausgeführt ist.

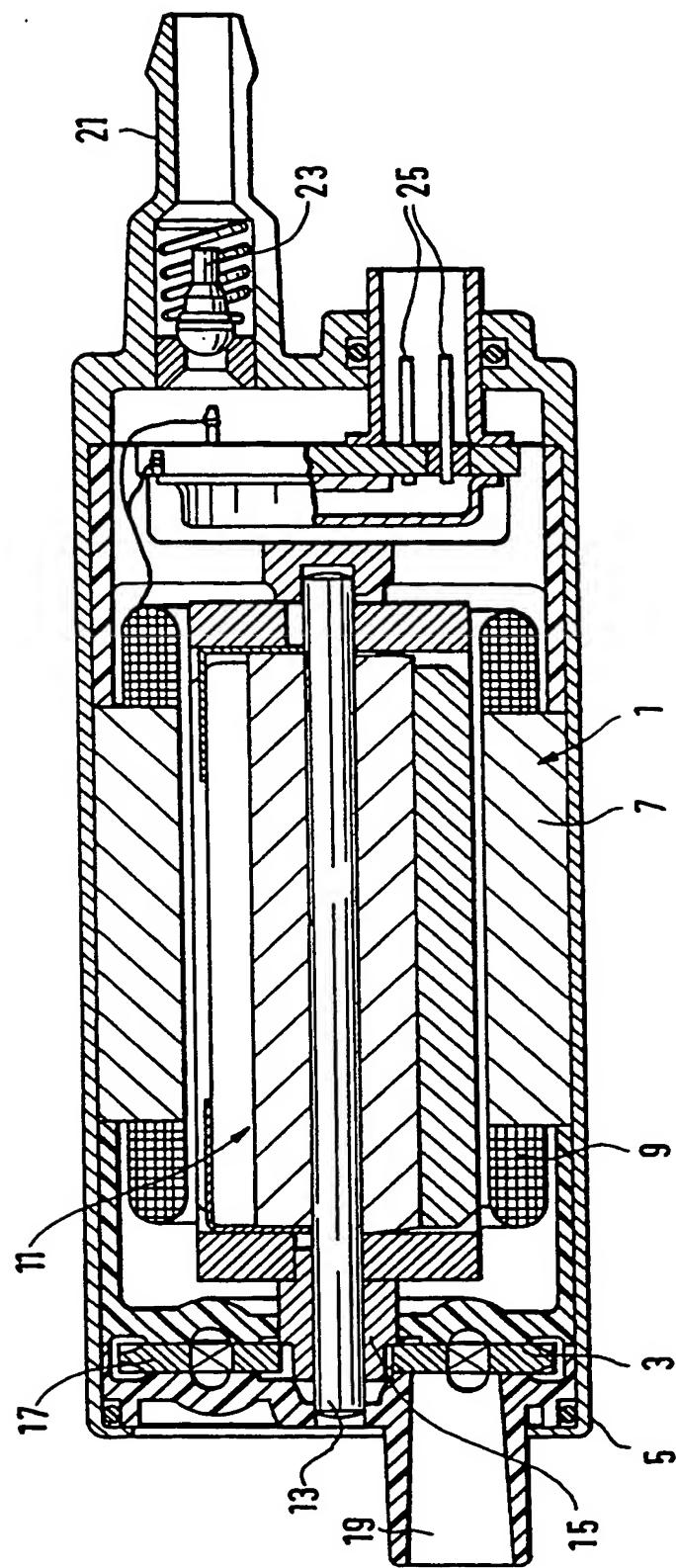
---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

FIG. 1



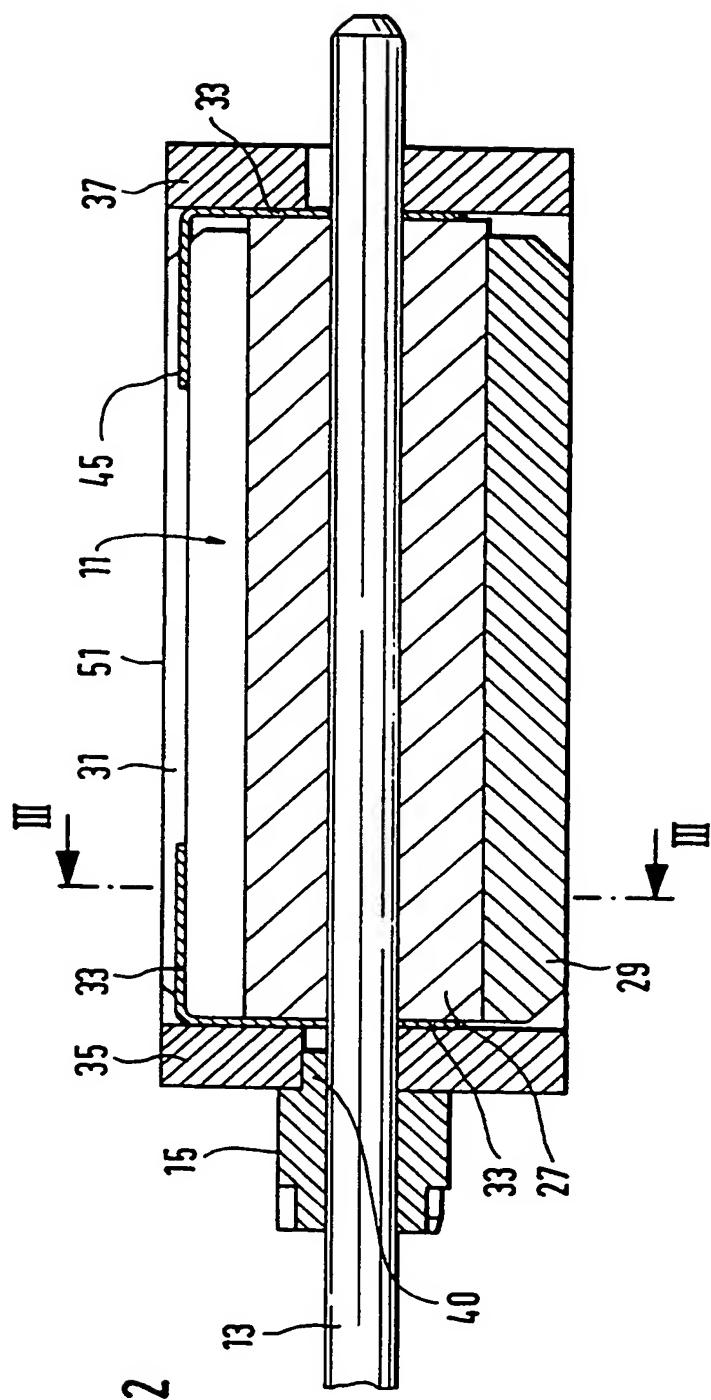


FIG. 2

FIG.4

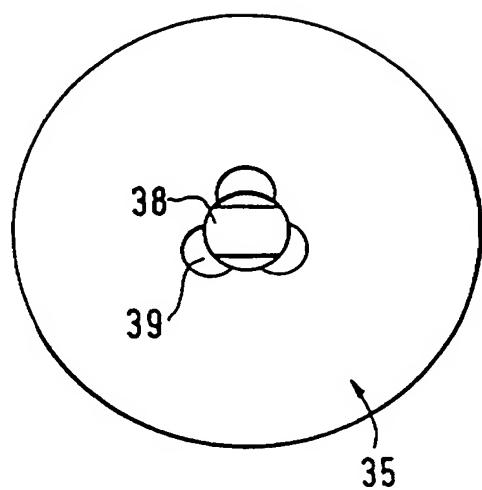


FIG.3

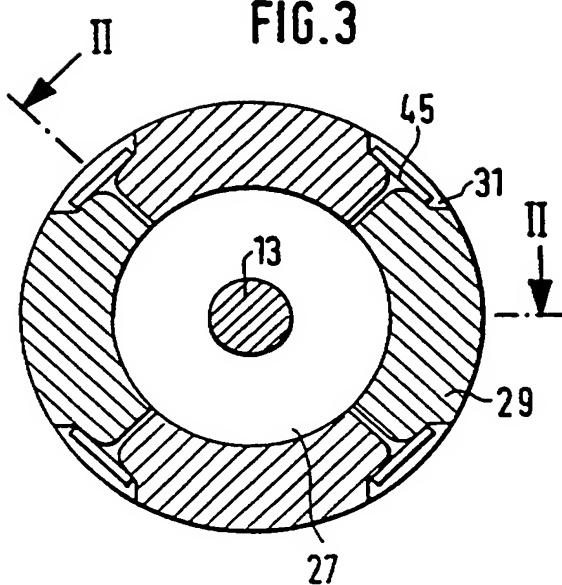


FIG.5

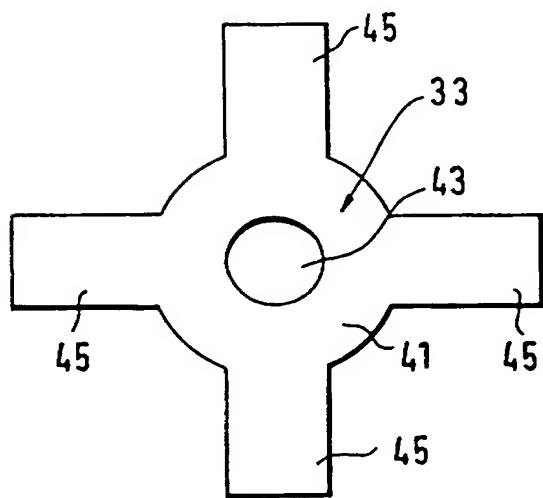


FIG.6

